

INDICIS-PLASTIK

Stephan Habijanec

1977

AUS DER CHIRURGISCHEN KLINIK DER UNIVERSITÄT MÜNCHEN

(Direktor: Professor Dr. G. Heberer)

INDICIS - PLASTIK



Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin

an der Ludwig Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Stephan Habijanec

München 1977



Mit Genehmigung des Fachbereichs Medizin der Universität
München

Berichterstatter:

Priv.Do. Dr. K. Wilhelm

Mitberichterstatter:

Prof. Dr. G. Heberer

Dekan:

Prof. Dr. W. Spann

Tag der mündlichen Prüfung:

25. Oktober 1977

INHALTSVERZEICHNIS

Seite

EINLEITUNG	1
I. MUSC. EXTENSOR POLLICIS LONGUS	2
Anatomie und Funktion	2
Funktionsausfall	2
Differentialdiagnose	5
Ätiologie des Funktionsausfalls	6
II. OPERATIVE VERSORGUNG DER LANGEN DAUMEN-STRECKSEHNE	10
Direkte Sehnennaht	10
Sehnentransfer	11
Sehnentransplantation	12
Musc. extensor indicis als Transferspender	13
Technik der Indicis-Plastik	15
III. OPERATIONSERGEBNISSE	18
Krankengut	18
Nachuntersuchung	19
Einzeldarstellung der Operationsfälle	21
Diskussion	25
ZUSAMMENFASSUNG	28
LITERATURVERZEICHNIS	30

EINLEITUNG

Als Indiciis-Plastik bezeichnet man den Transfer der Extensor indicis-Sehne auf eine durchtrennte oder rupturierte lange Daumenstrecksehne; dabei wird der Musc. extensor indicis als Kraftspender des langen Daumenstreckers substituiert.

Dieses Operationsverfahren wurde erstmals 1925 durch MENSCH (12) beschrieben. Inzwischen hat die Indiciis-Plastik namhafte Befürworter gefunden wie BÖHLER (1), BUNNELL (3), NIGST (14) u.a. In einer größeren Zahl von Publikationen zur posttraumatischen Spontanruptur der langen Daumenstrecksehne wird die Indiciis-Plastik als geeignetes therapeutisches Vorgehen beschrieben, wobei sich die Autoren aber meist nur auf sehr beschränkte Fallzahlen beziehen können.

Die vorliegende Arbeit basiert auf dem Krankengut der Handchirurgischen Abteilung der Chirurgischen Universitätsklinik München. In den Jahren von 1969 bis Anfang 1977 wurden hier insgesamt 41 Patienten wegen subkutaner Spontanruptur bzw. offener traumatischer Durchtrennung der langen Daumenstrecksehne mit einer Indiciis-Plastik versorgt. Die Behandlungsergebnisse dieser Patienten bilden das Kernstück der folgenden Ausführungen; darüberhinaus wird auf Ursachen, Symptome und Diagnose des langen Daumenstrecker-Ausfalls eingegangen, die Technik der Indiciis-Plastik dargestellt und ihre Indikation gegen andere Sehnenoperationsverfahren abgegrenzt.

I. MUSC. EXTENSOR POLLICIS LONGUS

Anatomie und Funktion

Der Musc. extensor pollicis longus entspringt an der Dorsalseite des Unterarms im Bereich der mittleren Ulna und Membrana interossea. Am Handgelenk (Abb. 1) verläuft die lange Daumenstrecksehne im dritten Sehnenfach des Retinaculum extensorum und wendet sich nach Verlassen des osteofibrösen Kanals radialwärts in Richtung Daumengrundgelenk, wobei der Sehnenstrang bei extendiertem Daumen als ulnare Begrenzung der Tabatière deutlich in Erscheinung tritt. Auch über dem Daumengrundglied ist der lange Daumenstrecker als Teil der Streckaponeurose noch deutlich abgrenzbar, bis er schließlich an der Basis des Daumenendglieds inseriert.

Der lange Daumenstrecker hat mehrere Funktionen:

- Er streckt als alleiniger Motor das Daumenendglied;
- er bewirkt maximale Extension am Daumengrundgelenk als Synergist des Musc. extensor pollicis brevis;
- er hebt den Daumen auf die Höhe der Mittelhand und darüber in Retroposition;
- zufolge seiner ulnaren Zugkomponente unterstützt er außerdem die Adduktion des Daumens.

Funktionsausfall

Die Durchtrennung der langen Daumenstrecksehne führt in jedem Fall zu einer weitgehenden Einschränkung der Daumenfunktion und damit der Gebrauchsfähigkeit der gesamten Hand. Besonders der für Präzisionsverrichtungen unentbehrliche Spitzgriff der Hand ist durch Wegfall des langen Daumenstreckers als Grifföffner und als Feststeller des zugreifenden Daumens schwerwiegend gestört.

Im einzelnen führt der Ausfall des langen Daumenstreckers zu folgenden Symptomen (Abb. 2a,2b,2c):

- Der Daumen ist im Endgelenk gebeugt und hängt bei pronierter Hand nach palmar;
- eigentätig kann der Patient weder das Daumenendglied strecken, noch den Daumen auf Mittelhandhöhe anheben und adduzieren;
- beim Versuch der Daumenstreckung bleibt die ulnare Begrenzung der Tabatière verstrichen;
- die passive Beweglichkeit der Daumengelenke ist frei.

tendines m. extensoris digitorum

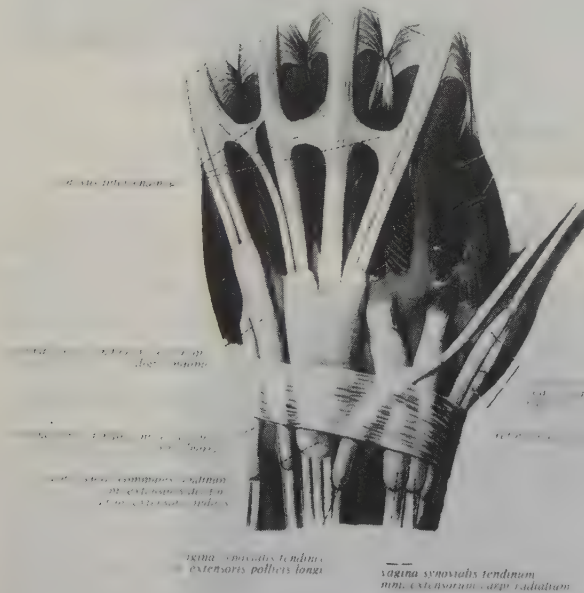


Abb. 1 Sehnen und Sehnenscheiden des Dorsum manus links.
Aus Atlas der Anatomie des Menschen, Sobotta/
Becker, Urban und Schwarzenberg 1972.

Abb. 2: 33-jährige Patientin mit rheumatoiden Arthritis an Finger- und Handgelenken beidseits seit vier Jahren; vor ca. zwei Jahren in kurzem zeitlichen Abstand Spontanruptur beider Extensor pollicis longus-Sehnen beim Schreibmaschinenschreiben.

Rechte Hand: Ausfall des langen Daumenstreckers.

Linke Hand: Zustand vier Monate nach Indicis-Plastik und ausgedehnter Synovektomie am Handgelenk mit Resektion des Retinaculum extensorum.



Abb. 2a Daumenflexion; kein Beugedefizit nach Indicis-Plastik links



Abb. 2b Daumenhebung auf Mittelhandebene und Adduktion



Abb. 2c Daumenextension; angedeutete wiederhergestellte Tabatière links

Differentialdiagnose

Ereignet sich die Sehnedurchtrennung des langen Daumenstreckers infolge einer offenen Verletzung am Handrücken, so ist durch Wundinspektion und übliche Prüfung der Fingermotilität die Diagnose im allgemeinen leicht zu stellen.

In Fällen geschlossener Sehnenruptur jedoch sind differentialdiagnostische Erwägungen angebracht.

Fehlende Streckung im Daumenendgelenk findet sich auch als augenfälliger Befund bei allen Formen arthrogener und beugeseitiger Streckhemmung. Durch Prüfen der passiven Beweglichkeit des Daumenendgelenks werden diese Erkrankungen schnell ausgeschlossen. Im übrigen bleibt die Daumenhebung unbeeinträchtigt und am Handrücken tritt die lange Daumenstrecksehne beim Versuch der Daumen-

extension deutlich hervor. Die häufige Tendovaginitis stenosans des Flexor pollicis longus wird dabei bereits durch die typische Anamnese des "schnellenden Daumens" auffallen. Bei Kleinkindern sei an den Pollex flexus congenitus gedacht.

Differentialdiagnostisch bedeutungsvoll ist weiterhin die Abgrenzung des subkutanen Ab- oder Ausrisses der Streckaponeurose des Daumens am Daumenendglied, wie sie durch stumpfe Gewalteinwirkung auf das gestreckte Daumenendglied eintreten kann, jedoch am Daumen viel seltener beobachtet wird als an den Langfingern der Hand. Streckunvermögen des Daumenendglieds ist auch hier das maßgebliche Symptom; die passive Beweglichkeit des Daumenendgelenks bleibt jedoch frei; Daumenhebung und Tabatière sind wiederum uneinträchtigt.

Als anatomische Variante inseriert zuweilen der Musc. extensor pollicis brevis auch am Daumenendglied. In solchen Fällen ist trotz vollkommener Durchtrennung des langen Daumenstreckers noch eine Extension des Daumenendglieds möglich; Anhebung des Daumens auf Mittelhandebene und Adduktion können jedoch nicht mehr ausgeführt werden; die ulnare Begrenzung der Tabatière fehlt.

Ätiologie des Funktionsausfalls

Als Folge anatomischer Besonderheiten der langen Daumenstrecksehne wird sie einerseits bei offenen Handrückenverletzungen leicht in Mitleidenschaft gezogen, andererseits rupturiert sie relativ häufig spontan im Bereich des Handgelenks als letzter Akt einer meist unbemerkten Sehnenerkrankung unterschiedlicher Ursache (9,20).

Ätiologisch lassen sich Ausfälle der langen Daumenstrecksehne in nachfolgende vier Gruppen unterteilen, wobei in einem unselektierten chirurgischen Krankengut offene Sehnenverletzungen und posttraumatische Spontanrupturen der Häufigkeit nach weitaus überwiegen:

a) Offene traumatische Sehnendurchtrennung meist bei Schnitt- oder Hackverletzungen des radialen Handrückens, wo die lange Daumenstrecksehne sehr exponiert verläuft.

b) Subkutane Sehnenruptur zufolge eines handgelenknahen Traumas
Bei dem ursächlichen Trauma handelt es sich in der Regel um eine typische Radiusfraktur, seltener um eine andere Handverletzung wie eine Handgelenksdistorsion, eine Kahnbeinfraktur, eine Handrückenprellung und andere.

Der Sehnenabriß ereignet sich dabei nur in wenigen Fällen unmittelbar zum Zeitpunkt der Gewalteinwirkung, obwohl die erste Beschreibung einer subkutanen Ruptur der langen Daumenstrecksehne 1876 durch DUPLAY (6) gerade einen solchen Fall darstellt. In der Regel verstreicht zwischen dem ursprünglichen Trauma und der Sehnenruptur anlässlich irgendeiner alltäglichen Verrichtung ein symptomloses Zeitintervall von einigen Tagen bis zu mehreren Jahren.

Die Pathogenese solcher posttraumatischen Spätrupturen der langen Daumenstrecksehne war mehrere Jahrzehnte lang umstritten. Die Sehne reißt im allgemeinen in Höhe des Retinaculum extensorum über dem distalen Radiusende. In diesem Abschnitt unterliegt die Sehne infolge der anatomischen Besonderheiten ihres Verlaufs einer außergewöhnlichen mechanischen Beanspruchung: die Knochenrinne des dritten Sehnenfachs ist ausnehmend eng und tief (Abb. 3); am distalen Radiusende spannt sich die lange Daumenstrecksehne über die Crista radii als Hypomochlion und erfährt eine radiale Abknickung, die bei Dorsalflexion des Handgelenks nahezu 90° erreicht (Abb. 1). Diese anatomischen Gegebenheiten besitzen ohne Zweifel wesentlich pathogenetische Bedeutung. Trotzdem erschien die Annahme eines rein mechanischen Verletzungsprozesses, wie z. B. ein Durchscheuern der Sehne an einer Frakturkante (8), bald nicht mehr als stichhaltig. Man beobachtete nämlich, daß spontane Sehnenrupturen nach Radiusfraktur gerade bei solchen Brüchen gehäuft auftraten, bei denen keine Dislokation der Fragmente oder sogar

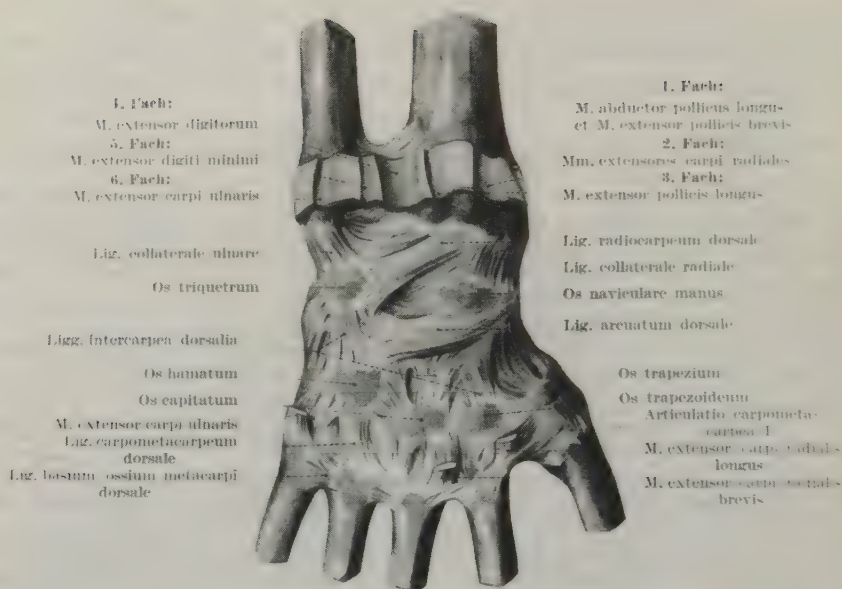


Abb. 3 Der dorsale Bandapparat an Handwurzel und Mittelhand. Aus Praktische Anatomie, v. Lanz und Wachsmuth, Springer 1959.

keine Kommunikation der Fraktur mit dem dritten Sehnenfach nachzuweisen war; schließlich ereigneten sich Spontanrupturen auch nach nicht frakturierenden Verletzungen wie z.B. Handrückenprellungen. Nach heutiger Auffassung ist die posttraumatische Spontanruptur der langen Daumenstrecksehne die Folge primärer Verletzungen des Mesotenons, der Blutgefäße führenden Synovialduplikatur zwischen dem parietalen und visceralen Blatt der Sehnenscheide (4). Die damit verbundenen vasculären Läsionen mit begleitendem Sehnenscheidenhämatom führen zu einer anhaltenden Mangel durchblutung des betroffenen Sehnenabschnitts, mit der Folge einer zunehmenden aseptischen Nekrose und Minderung der Zugfestigkeit der Sehne. In Fällen ungenügender Heilungstendenz kommt es schließlich zur Sehnenruptur.

Diese Vorstellung einer primär vasculären Genese der Spontanruptur des langen Daumenstreckers wurde erstmals 1914 durch WEIGELDT (23) vorgetragen und findet heute die ungeteilte Zustimmung aller Autoren. Eine weitgehende mikroanatomische Bestätigung dieser Pathogenese erbrachten 1970 die Befunde durch FREILINGER und ZACHERL (7) an sechs Patienten mit frischer Radiusfraktur. Nach operativer Freilegung der Daumenstrecksehne im Bereich des dritten Sehnenfachs fand man in sämtlichen Fällen ein prallgefülltes Hämatom der Sehnenscheide und nach dessen Eröffnung einen im Operationsmikroskop eindeutig erkennbaren Abriß des Mesotenons. Bemerkenswerterweise war auch hier in keinem Fall ein Frakturspalt im Bereich des Sehnenverlaufs nachweisbar.

c) Subkutane Sehnenruptur zufolge chronischer Mikrotraumen

Dieser Verletzungsmechanismus wurde Ende des vergangenen Jahrhunderts bei den Armeetrommlern gehäuft beobachtet, zunächst fälschlich als "Trommlerlähmung" gedeutet und schließlich 1896 von dem Militärchirurgen DÜMS (5) als Sehnenabriß erkannt.

Heutzutage begegnet man Spontanrupturen dieser Ätiologie gelegentlich bei bestimmten Handwerksberufen mit chronischer Überbeanspruchung des Daumens.

d) Subkutane Sehnenruptur zufolge einer Grunderkrankung mit degenerativer Sehnenbeteiligung, insbesondere bei rheumatoider Arthritis, in sehr seltenen Fällen bei Lues, Gonorrhoe und andere.

II. OPERATIVE VERSORGUNG DER LANGEN DAUMENSTRECKSEHNE

Die Wiederherstellung der Streckfunktion des Daumens nach Durchtrennung der langen Daumenstrecksehne ist nur auf operativem Wege erreichbar. Dabei sind grundsätzlich drei verschiedene chirurgische Verfahren möglich:

- End-zu-End Vernähung der durchtrennten Sehne;
- Transfer einer anderen Sehne mit dazugehörigem Muskel auf den distalen Sehnenstumpf;
- Interposition eines freien autologen Sehnentransplantats.

Im Folgenden wird zunächst die jeweilige Brauchbarkeit dieser drei Operationsmethoden zur Therapie verschiedener Verletzungszustände des langen Daumenstreckers erläutert und auf diese Weise ihr Indikationsbereich aufgezeigt; die Indicis-Plastik ist dabei zunächst als eine aus mehreren möglichen Sehnentransfermethoden einzuordnen. Erst anschließend wird die Indicis-Plastik als sehr vorteilhafter Weg herausgestellt, eine Sehnentransposition auf den langen Daumenstrecker zu bewerkstelligen. Diese gedankliche Gliederung erscheint zweckmäßig, da die Bewertung der Indicis-Plastik gegenüber den konkurrierenden Verfahren im wesentlichen auf den Besonderheiten des Sehnentransfers beruht und die Auswahl der Extensor indicis-Sehne als Transferspender nach eigenen Kriterien erfolgt.

Direkte Sehnnennaht

Die direkte Nahtverbindung der durchtrennten Sehnenenden ist die Methode der Wahl bei den traumatischen offenen Verletzungen der langen Daumenstrecksehne am Handrücken, vorausgesetzt es besteht kein ausgedehnter Sehnendefekt, der zur Überbrückung ein sehnenplastisches Verfahren erfordert.

Die direkte Wiedervereinigung der Sehnenenden wird vorzugsweise als primäre Sehnnennaht vorgenommen. Bleibt nämlich die Sehnedurchtrennung zum Zeitpunkt der Primärversorgung der Handverletzung unbe-

merkt oder wird die primäre Sehnennaht aus anderen Gründen unterlassen, so kommt es in der Folgezeit zunehmend zu einer Verkürzung der inaktiven, atrophierenden Muskel-Sehnen-Stümpfe, bis schließlich der sekundär eingetretene Längenverlust des langen Daumenstreckers ebenfalls nur noch durch sehnenplastisches Vorgehen ausgeglichen werden kann.

Das Verfahren der "gap-suture" nach TREVOR (21), nämlich der Überbrückung einer Dehiszenz der Sehnenenden bis zu 3/4 inch mit Nahtmaterial, hat keine Anhänger gefunden.

Sehnentransfer

Eine wesentlich andere Situation als bei offenen Sehnenverletzungen konfrontiert den Operateur bei einer subkutanen Ruptur der langen Daumenstrecksehne, gleich welcher Ätiologie.

In aller Regel ist die Sehne über dem distalen Radiusende gerissen und deshalb der proximale Sehnenstumpf auf den dorsalen Unterarm zurückgeschlüpft, das dritte Sehnenfach verklebt und obliteriert. Zuzufolge des jeweils vorausgegangenen nekrotischen Prozesses ist stets ein gewisser Abschnitt der Sehnenenden degenerativ verändert und für eine unmittelbare Anastomose unbrauchbar.

Unter diesen Umständen erscheint es kaum vorteilhaft anzustreben, die Stümpfe einer spontan rupturierten Sehne einander wieder zu nähern, um sie direkt zu vernähen. Das Aufsuchen des retrahierten proximalen Sehnenstumpfes würde einen meist recht traumatisierenden zusätzlichen Eingriff am Unterarm erfordern. Nach gelungener Darstellung und Präparation anastomosierbarer Sehnenstümpfe ergäbe sich in der Regel ein erheblicher Längendefekt der Sehne, der eine direkte Sehnennaht nicht mehr zuließe.

Alle genannten erschwerenden Besonderheiten der Spontanruptur der langen Daumenstrecksehne werden jedoch bedeutungslos, wenn man zur Therapie das Verfahren des Sehnentransfers wählt. Dabei wird die

distale Sehne eines entbehrlichen anderen radialen Unterarmmuskels abgetrennt und mit dem peripheren Sehnenstumpf der langen Daumenstrecksehne vernäht. Der periphere Sehnenstumpf ist mühelos im Bereich des Metacarpale I darzustellen. Ein Sehnendefekt läßt sich stets durch entsprechende Bemessung des transponierten Sehnen-Muskel-Stranges ausgleichen.

Der Umstand, daß der *Musc. extensor pollicis longus* nicht mehr als Motor der Daumenstreckung benötigt wird, erweist sich dann als besonders bedeutungsvoll, wenn die Sehnedurchtrennung bereits mehrere Monate lang bestanden hat. Nach derart lang dauernder Inaktivierung kommt es zunehmend zu einer fibrösen Degeneration des atrophierten Muskels mit irreversiblen Verlust seiner Kontraktionskraft. In solchen Fällen ist deshalb die Sehnentransposition und damit gleichzeitige Substitution des irreversibel geschädigten Motors das allein noch mögliche Therapieverfahren.

Sehnentransplantation

Die Interposition eines autologen Sehnentransplantats, meist der *Palmaris longus*-Sehne, ist ebenfalls ein praktikables Verfahren, einen ausgedehnten Sehnendefekt der langen Daumenstrecksehne zu überbrücken. Im Falle einer Sehnenruptur am Handgelenk beispielsweise wird das Transplantat mehrere Zentimeter proximal und distal des *Retinaculum extensorum* mit den abgesetzten Sehnenstümpfen des *Musc. extensor pollicis longus* anastomosiert. Bei obliteriertem dritten Sehnenfach kann das Transplantat auch subkutan geführt werden, was keine feststellbare Funktionseinbuße nach sich zieht.

Vergleicht man aber die Sehnentransplantation mit der Methode des Sehnentransfers, so werden doch einige gewichtige Nachteile des Transplantationsverfahrens offenbar (15):

a) Zunächst muß durch einen getrennten Eingriff das Transplantat gewonnen werden. Fehlt der *Musc. palmaris longus*, ist man gezwungen,

die Operation auf einen Fuß auszudehnen und auf die Plantaris longus-Sehne oder eine Zehenstrecksehne zurückzugreifen.

b) Die Sehnentransplantation ist darauf angewiesen, den retrahierten Muskel-Sehnen-Stumpf wiederzugewinnen – mit der erwähnten operativen Erschwernis – und den *Musc. extensor pollicis longus* weiterhin als Kraftspender zu verwenden – mit dem besprochenen zusätzlichen funktionellen Risiko bei älteren Sehnenverletzungen. Liegt die Sehnendurchtrennung bereits einige Monate zurück, verbietet sich die Sehnentransplantation ohnehin wegen der erwähnten irreversiblen Degeneration des Motors.

c) Das Sehnentransplantat ist über seine ganze Länge von allen versorgenden Gefäßen entblößt und bedarf zu seiner Interposition zweier Anastomosen. Ein Sehnentransfer aber erfordert nur eine Anastomose und das Sehnenfach der transponierten Sehne mit dem für die Ernährung des mittleren Sehnenabschnitts maßgeblichen Sehnenscheiden-sack bleibt intakt. Im Hinblick auf die Regeneration der Blutversorgung im betroffenen Sehnenabschnitt sind deshalb besonders beim älteren Patienten Einheilungszeit und postoperatives Risiko des Sehnentransplantats sicherlich ungünstiger zu bewerten als bei der transponierten Sehne.

Zusammenfassend erscheint die Sehnentransplantation im Vergleich zum Sehnentransfer grundsätzlich als das technisch kompliziertere und auch komplikationsträchtigere therapeutische Verfahren. Es sei aber auch erwähnt, daß einige Autoren trotzdem der Sehnentransplantation den Vorzug geben, weil sie noch bessere funktionelle Ergebnisse als ein Sehnentransfer erbringe und keinerlei funktionelle Einbußen andernorts beinhalte (7,22).

Musc. extensor indicis als Transferspender

Ein Sehnentransfer zur Wiederherstellung der vollen Daumenfunktion nach Ausfall des langen Daumenstreckers setzt voraus, daß ein

geeigneter Transfermuskel zur Verfügung steht, der den verletzten *Musc. extensor pollicis longus* möglichst gleichwertig zu ersetzen vermag, auf dessen ursprüngliche Funktion aber auch ohne Minderung der Gebrauchsfähigkeit der Hand verzichtet werden kann.

DUPLAY, der Erstbeschreiber einer subkutanen Ruptur der langen Daumenstrecksehne, transponierte 1876 den *Extensor carpi radialis longus* auf das abgerissene Ende des langen Daumenstreckers (6). In der Folgezeit wurden zunächst alle Sehnen des radialen Handrückens mit unterschiedlicher Häufigkeit zum Transfer verwendet (22). Erst in den letzten Jahrzehnten erkannte man allgemein, daß der *Musc. extensor indicis* zur Transposition auf den rupturierten langen Daumenstrecker ausnehmend gut geeignet ist:

- a) Die Zugrichtung der *Extensor indicis*-Sehne wird nach Transposition fast identisch mit dem Verlauf des langen Daumenstreckers; insbesondere beinhaltet sie eine ausreichende ulnare Zugkomponente, um auch die Adduktionsfunktion des langen Daumenstreckers zu übernehmen. Im Gegensatz dazu können die *Mm. abductor pollicis longus* und *extensor pollicis brevis* als Transferspender infolge der radialen Lage ihres Sehnenfachs die Daumenadduktion und Daumenhebung auf Mittelhandhöhe nicht in vollem Maße nachvollziehen (18, 19).
- b) Die Bewegungsamplitude des langen Daumenstreckers ist außergewöhnlich groß. Gemäß folgender Aufstellung nach BUNNELL (3) erreicht von den in Betracht kommenden Transferspendern nur der *Musc. extensor pollicis longus* einen maximalen Ausschlag vergleichbarer Größe:

<i>Musc. ext. poll. long.</i>	58 mm
<i>ext. poll. brev.</i>	28 mm
<i>abduct. poll. long.</i>	28 mm
<i>ext. carp. rad. long.</i>	37 mm
<i>ext. indic.</i>	54 mm

- c) Durch Transposition der *Extensor indicis*-Sehne verliert der Zeigefinger etwa die Hälfte seiner Extensionskraft. Dies wird von den Patienten erfahrungsgemäß ohne merkliche Minderung der Gebrauchsfähigkeit ihrer Hand toleriert. Die unmittelbar postoperativ bestehende

Kopplung der Daumen- und Zeigefingerbewegung klingt innerhalb weniger Wochen wieder ab, was sicher mit darauf zurückzuführen ist, daß die Mm. extensor pollicis longus und extensor indicis beide vom Nervus radialis innerviert werden.

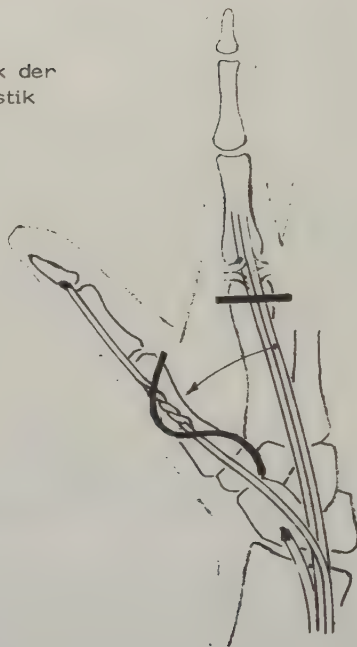
Die angeführten anatomisch-funktionellen Eigenschaften, welche den Musc. extensor indicis zum Transfer auf den langen Daumenstrecker nahezu prädestinieren, sind offensichtlich auch dem Musc. extensor digitorum des Zeigefingers eigen. BÖHLER (1) hielt deshalb auch beide Muskeln in gleich hohem Maße zum Sehnentransfer geeignet. STRANDELL (20) berichtete 1955 über 13 eigene Fälle, wovon er sechsmal die Extensor indicis-Sehne und sechsmal die Extensor digitorum-Sehne des Zeigefingers transferierte, mit gleich guten funktionellen Ergebnissen. Wenn trotzdem heute allgemein die Extensor indicis-Sehne bevorzugt wird, so vermutlich deshalb, weil man sich davon von Anfang an ein höheres Maß an Unabhängigkeit der Daumenbewegung verspricht.

Nach den Indexfinger-Sehnen scheint die Extensor carpi radialis longus-Sehne die nächstgünstige Wahl als Transferspender darzustellen. Ihre Eignung wird jedoch unterschiedlich bewertet. HEYBROEK (9) transponierte sie 22 mal mit "zufriedenstellenden" Ergebnissen und bezeichnete deshalb die allgemeine Bevorzugung der Extensor indicis-Sehne als unbegründet. RIDDELL (16) wiederum fand bei Nachuntersuchung von 32 eigenen Indicis-Plastiken und 12 Extensor carpi radialis longus-Transfers, daß sich mit der Indicis-Plastik im Durchschnitt signifikant bessere Ergebnisse erzielen ließen.

Technik der Indicis-Plastik

Während nach traumatischen Durchtrennungen der langen Daumenstrecksehne die technische Durchführung der Indicis-Plastik den jeweiligen Verletzungsgegebenheiten anzupassen ist, hat sich für die Versorgung subkutaner Sehnenrupturen ein weitgehend gleichartiges operatives Verfahren durchgesetzt.

Abb. 4 Zur Technik der
Indicis-Plastik



In der Handchirurgischen Abteilung der hiesigen Universitätsklinik wird der Eingriff stets in pneumatischer Blutleere und möglichst in Plexus brachialis-Anästhesie vorgenommen. Zunächst präpariert man mit bogenförmiger Schnittführung über dem Metacarpale I (Abb. 4) den distalen Stumpf des rupturierten langen Daumenstreckers frei; das proximale Sehnenende ist im allgemeinen zum Operationszeitpunkt bereits weit retrahiert und im Schnittbereich nicht mehr auffindbar. Dann wird durch eine kleine Querinzision über dem Köpfchen des Metacarpale II die ulnar liegende Extensor indicis-Sehne aufgesucht und durchtrennt; das periphere Sehnenende vernäht man mit der radial davon verlaufenden Extensor digitorum-Sehne II, um die Symmetrie des Sehnenzugs an der Dorsalaponeurose des Zeigefingers zu wahren. Die so gewonnene Extensor indicis-Sehne wird dann durch Anheben der Wundränder proximalwärts über einige Zenti-

meter aus ihren bindegewebigen Halterungen gelöst, darauf vom Hautschnitt über dem Metacarpale I aus subkutan zum Handgelenk zurückgezogen und schließlich radialwärts zum peripheren Stumpf des langen Daumenstreckers hin verlagert, unter peinlicher Schonung der darüber verlaufenden sensiblen Fasern des Nervus radialis. Um eine suffiziente Daumenstreckung zu gewährleisten, muß die Anastomose der zusammengeführten Sehnenstümpfe unter mäßiger Spannung bei voll extendiertem Daumen und mittlerer Dorsalflexion des Handgelenks vorgenommen werden, wofür sich die Durchflechtungsnaht nach PULVERTAFT gut eignet. Eröffnen der Blutleere, subtile Blutstillung und Hautnähte beenden den Eingriff. Der Daumen wird mit einer Unterarm-Gipslonguette für vier Wochen in "Auto-Stop-Stellung" ruhiggestellt und anschließend krankengymnastisch remobilisiert.

III. OPERATIONSERGEBNISSE

Krankengut

Die vorliegende Arbeit stützt sich auf ein Krankengut von 41 Patienten, die in den Jahren von 1969 bis Anfang 1977 in der Handchirurgischen Abteilung der Chirurgischen Universitätsklinik München mit einer Indiciis-Plastik versorgt wurden.

Abb. 5 zeigt eine Aufschlüsselung dieses Krankenguts nach der Ätiologie des langen Daumenstrecker-Ausfalls. Bei 10 Patienten (24 % - 8 Männer, 2 Frauen) lag eine offene Sehnenverletzung im Metacarpalbereich zugrunde, wobei wir auch Fälle partieller traumatischer Sehnedurchtrennung dieser Gruppe zurechneten, bei denen erst Stunden bis Tage nach der Schnitt- oder Stichverletzung die lädierte Sehne im Wundbereich vollends abgerissen war.

Die überwiegende Mehrzahl der Indiciis-Plastik-Patienten aber hatte

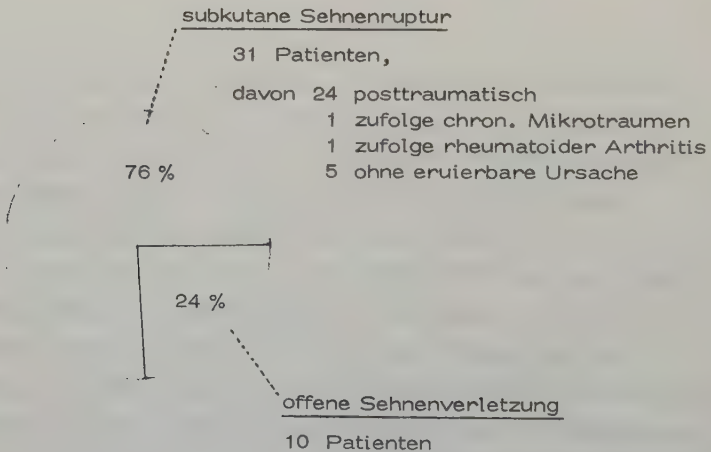


Abb. 5 Ätiologie des langen Daumenstrecker-Ausfalls bei 41 Indiciis-Plastik-Patienten

eine spontane Sehnenruptur erlitten, nämlich 31 Patienten (76 % - 12 Männer, 19 Frauen).

24 Patienten davon konnten sich zweifelsfrei an ein vorhergehendes handgelenknahes Trauma erinnern, bei dem es sich in ca. 60 % der Fälle um eine typische Radiusfraktur handelte. Bei 45 % dieser eindeutig posttraumatischen Sehnenrupturen ereignete sich der spontane Sehnenabriß innerhalb von vier Wochen nach dem ursächlichen Trauma, bei 70 % innerhalb von acht Wochen. 70 % der Patienten mit posttraumatischer Sehnenruptur waren Frauen, 67 % der Patienten waren älter als fünfzig Jahre; solches Überwiegen des weiblichen Geschlechts und der älteren Jahrgänge ist charakteristisch für den posttraumatischen Abriß der langen Daumenstrecksehne und wird mit der primär vaskulären Genese dieser Sehnenerkrankung in Verbindung gebracht (20).

Nachuntersuchung

Von den 41 Patienten unseres Krankenguts konnten 38 einer Nachuntersuchung zugeführt werden; 3 Patienten waren inzwischen verstorben. Die Nachuntersuchungen hatten zum Ziel, bei jedem Patienten die gegenwärtige Funktion des operierten Daumens zu testen, mögliche Funktionseinbußen am Indexfinger festzustellen und, last not least, das persönliche Urteil des Patienten über die Gebrauchsfähigkeit seiner Hand zu erkunden. Im einzelnen wurden bei jedem Patienten folgende Funktionsprüfungen an der operierten Hand durchgeführt und folgende subjektiven Angaben erfragt:

a) Beugung und Streckung des Daumens im Endgelenk

gleiche Beweglichkeit wie unverletzter
Daumen bzw. Extensions- oder Flexions-
defizit weniger als 10° =
unauffälliger Befund
eingeschränkte Funktion

31 Fälle
7 Fälle

b) Maximale Abspreizung des Daumens

gleicher Fingerkuppenabstand Daumen-Zeigefinger wie an unverletzter Hand (normal ca. 15 cm) bzw. verringert um weniger als 1,5 cm	
= unauffälliger Befund	28 Fälle
eingeschränkte Funktion	10 Fälle

c) Hebung des Daumens auf Mittelhandebene und Adduktion

vollständig	33 Fälle
unvollständig	5 Fälle

d) Streckdefizit des Indexfingers?

kein Befund	37 Fälle
Streckdefizit erkennbar	1 Fall

e) "Können Sie mit dem operierten Daumen die gleichen
Verrichtungen ausführen wie vor der Operation?"

Gebrauchsfähigkeit nicht eingeschränkt	34 Fälle
Gebrauchsfähigkeit eingeschränkt	4 Fälle

f) "Wie beurteilen Sie selbst das Gesamtergebnis der Operation?"

sehr gut	23 Fälle
gut	14 Fälle
mangelhaft	1 Fall

Aus den Ergebnissen der Nachuntersuchung wurde dann für jeden Patienten eine zusammenfassende Bewertung seiner Daumenfunktion nach folgendem Schema abgeleitet:

sehr gute Funktion	= alle Funktionsprüfungen unauffällig, keine Einschränkung der Gebrauchsfähigkeit der Hand
gute Funktion	= Funktionsprüfungen mäßig pathologisch, jedoch noch keine Einschränkung der Gebrauchsfähigkeit der Hand
mangelhafte Funktion	= Gebrauchsfähigkeit der Hand durch unzureichende Daumenfunktion eingeschränkt

Der so zusammengefaßte Funktionsbefund und das subjektive Urteil des Patienten wurden schließlich als Kriterien des Behandlungserfolgs der weiteren statistischen Auswertung zugrunde gelegt.

Einzeldarstellung von 41 Indiciis-Plastik-Operationen der Handchirurgischen Abteilung
der Chirurgischen Universitätsklinik München von 1969 bis Anfang 1977

Fall Nr.	Op. Jahr/Nr.	Alter	Ursache des langen Daumenstreckers- Ausfalls	Intervall Trauma/ Ruptur	Funktions- befund	subjekt. Urteil
1	1969/66	♂ 72	Handgelenksdistorsion	re 4 Wo	sehr gut	sehr gut
2	1969/435	♀ 39	Stichverletzung (Op. mehrere Jahre nach Trauma)	re	gut	sehr gut
3	1969/461	♀ 63	Radiusfraktur	re 3 Wo	sehr gut	sehr gut
4	1969/512	♂ 16	Schnittverletzung	li	sehr gut	sehr gut
5	1969/918	♀ 70	Handgelenksdistorsion	li 2 Wo	sehr gut	gut
6	1969/1090	♂ 21	Kreissägenverletzung	li	gut	gut
7	1969/1631	♂ 43	chron. berufl. Überbeanspruchung Metacarpale I-Fraktur vor 9 Jahren	li	sehr gut	sehr gut
8	1970/105	♂ 45	Radiusfraktur	li 6 Wo	II	
9	1970/115	♀ 55	Radiusfraktur	li 4 Wo	sehr gut	sehr gut

10	1970/248	♀	66	Handgelenksprellung	li	8 Wo		
11	1970/354	♀	51	Radiusfraktur	re	4 Wo	sehr gut	sehr gut
12	1971/679	♀	58	Radiusfraktur	re	4 Wo	sehr gut	gut
13	1971/979	♀	64	Radiusfraktur	li	3 Jahre	gut ¹⁾	gut
14	1972/1087	♂	31	Radiusfraktur	li	8 Wo	sehr gut	sehr gut
15	1972/1248	♀	60	Radiusfraktur	li	3 Mo		
16	1972/1281	♀	24	Radiusfraktur	li	8 Wo	sehr gut	sehr gut
17	1972/1491	♂	44	nicht erulierbar	li		gut ²⁾	gut
18	1973/1986	♂	46	nicht erulierbar	li		mangelhaft	gut
19	1974/212	♀	77	Radiusfraktur	re	4 Wo	mangelhaft ³⁾	gut

1) Tendovaginitis stenosis des Flexor pollicis longus

2) Daumengrundgelenk mäßig subluxiert bei insuffizienter Gelenkkapsel

3) Arthrosis deformans der Daumengelenke

20	1974/319	♀	50	Metacarpale I-Fraktur	li	4 Wo	gut	gut	
21	1974/432	♀	72	Daumendistorsion	li	3 Wo	mangelhaft ⁴⁾	gut	
22	1974/593	♀	57	Radiusfraktur	li	6 Wo	sehr gut	gut	
23	1974/771	♂	34	insuffiziente Primärnaht nach Schnittverletzung	li		gut ⁵⁾	gut	
24	1974/812	♂	24	Schnittverletzung (Funktionsausfall 2 Wochen nach Trauma)	li		sehr gut	sehr gut	
25	1974/829	♂	24	Radiusfraktur	li	4 Wo	sehr gut	sehr gut	i
26	1975/29	♂	32	Schnittverletzung	re		sehr gut	sehr gut	2
27	1975/204	♂	41	nicht eruierbar	re		sehr gut	gut	3
28	1975/847	♀	63	Handgelenksdistorsion	li	3 Wo	sehr gut	sehr gut	i
29	1975/980	♀	74	Radiusfraktur	li	4 Jahre	sehr gut	sehr gut	
30	1976/181	♂	36	Schnittverletzung (Funktionsausfall 2 Wochen nach Trauma)	li		sehr gut	sehr gut	

⁴⁾ ulnarer Kollateralbandriß des Daumengrundgelenks, Subluxationsstellung

⁵⁾ Ausfall des kurzen Daumenstreckers

31	1976/282	♀	48	nicht eruiert	re	sehr gut	gut
32	1976/671	♂	26	Unterarmfraktur	li	3 Mo	mangelhaft
33	1976/777	♂	48	Stichverletzung (Funktionsausfall 4 Tage nach Trauma)	re	gut	gut
34	1976/820	♂	44	nicht eruiert	re	sehr gut	gut
35	1976/830	♀	41	Hackverletzung (Funktionsausfall 8 Tage nach Trauma)	li	sehr gut	sehr gut
36	1976/843	♀	33	rheumatoide Arthritis (bilaterale Sehnenruptur)	re	sehr gut	sehr gut
37	1977/28	♂	71	Handrückenprellung	re	6 Mo	sehr gut
38	1977/109	♂	12	Stichverletzung (Op. 8 Wochen nach Trauma)	li	sehr gut	sehr gut
39	1977/137	♂	27	Navicularefraktur	li	2 Jahre	gut
40	1977/323	♀	41	Radiusfraktur	li	8 Wo	sehr gut
41	1977/457	♂	37	Radiusfraktur	li	5 Jahre	sehr gut

Diskussion

Für die Einschätzung des therapeutischen Leistungsvermögens der Indicis-Plastik kommt dem funktionellen Befund des operierten Daumens mit Zeigefinger entscheidende Bedeutung zu.

Ausgehend von vorstehender Einzeldarstellung der Operationsfälle ist zu berücksichtigen, daß bei fünf Patienten eine Begleiterkrankung der Hand bzw. ein Defektzustand anderer Ätiologie vorgefunden wurde. Die entsprechend eingeschränkte Handfunktion dieser Patienten ist deshalb nicht der Indicis-Plastik anzulasten. Abb.6 enthält aus diesem Grunde neben der Aufschlüsselung der Funktionsbefunde sämtlicher nachuntersuchten Patienten (38 Fälle) auch die Aufschlüsselung der funktionellen Ergebnisse der 33 Patienten ohne Nebenbefund.

Von diesem letzteren Kollektiv zeigten 26 Patienten eine sehr gute Daumen-Zeigefinger-Funktion und 5 Patienten einen guten Funktionsbefund; insgesamt erreichten somit 94 % der Indicis-Plastik-Patienten ohne Nebenbefund eine vollständige Wiederherstellung der ursprünglichen Gebrauchsfähigkeit ihrer Hand. Diese guten funktionellen Behandlungsergebnisse der Indicis-Plastik spiegelten sich auch in der persönlichen Beurteilung durch die Patienten wider: mehr als 90 % von ihnen hielt die Gebrauchsfähigkeit ihrer Hand für vollständig wiederhergestellt und werteten das Operationsergebnis als sehr gut oder gut.

Lediglich bei zwei Patienten aus 33 Fällen mußten wir eine mangelhafte Daumenfunktion feststellen, wobei eine deutliche Insuffizienz der Daumenextension infolge Überlänge der transferierten Sehne den maßgeblichen pathologischen Befund darstellte und besonders die Spitzgrifffunktion der Hand beeinträchtigte. Sehr wahrscheinlich sind die unbefriedigenden Ergebnisse dieser beiden Patienten auf eine primär ungenügende Anspannung der transponierten Sehne bei Anlegen der Sehnenanastomose zurückzuführen; wie schon darauf hingewiesen, ist diese Phase der technischen Durchführung der Indicis-Plastik besonders kritisch für das funktionelle Gesamtergebnis.

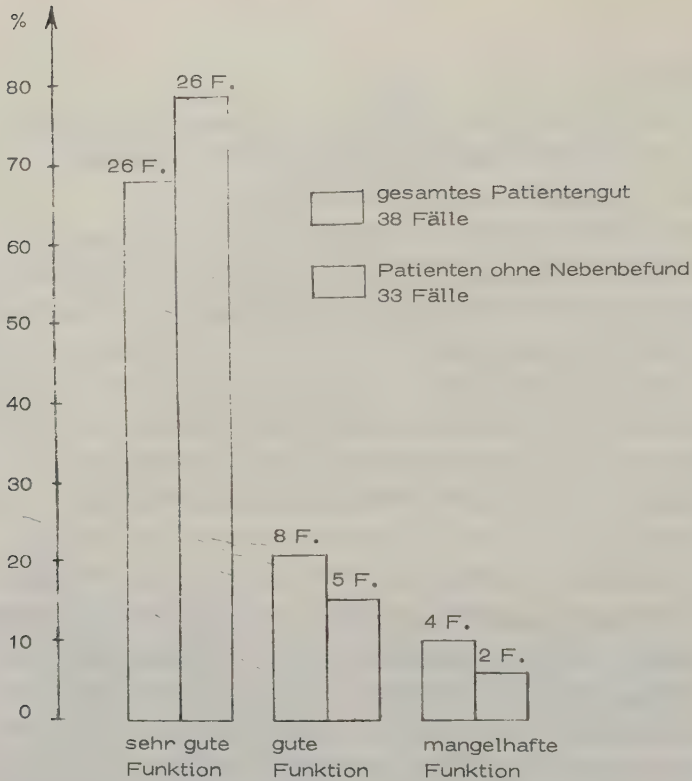


Abb. 6 Daumen-Indexfinger-Funktion nach Indicis-Plastik (38 Fälle bzw. 33 Fälle)

Besonderes Augenmerk wurde bei den Nachuntersuchungen auch dem betroffenen Indexfinger zugewandt, um irgendwelche Funktionseinbußen durch den Transfer des *Musc. extensor indicis* zu erkennen. Bei fast allen Patienten konnte man eine Minderung der Extensionskraft des Zeigefingers gegenüber der nicht-operierten Hand feststellen, aber bemerkenswerterweise war sich nur eine einzige Patientin dessen auch bewußt: sie beklagte nämlich die rasche Ermüdbarkeit ihres gestreckten Zeigefingers beim Stricken. Ein Extensionsdefizit des Indexfingers jedoch wurde nur in einem ein-

zigen Fall bemerkt.

Bei allen untersuchten Patienten waren Daumen und Zeigefinger in ihrer Beweglichkeit voneinander unabhängig. Die von einigen Patienten unmittelbar postoperativ wahrgenommene Kopplung der Daumen- und Zeigefingerbewegung verlor sich nach ihren Angaben innerhalb von wenigen Wochen.

ZUSAMMENFASSUNG

Von 41 Patienten, die während der vergangenen acht Jahre wegen subkutaner Spontanruptur bzw. traumatischer Durchtrennung der langen Daumenstrecksehne in der Handchirurgischen Abteilung der Universitätsklinik München mit einer Indicis-Plastik versorgt wurden, konnten 38 Patienten nachuntersucht werden. In fünf Fällen fanden sich an der operierten Hand funktionsmindernde Nebentbefunde anderer Genese. Von den verbleibenden 33 Patienten zeigten 26 eine sehr gute Daumenfunktion und fünf Patienten eine gute Daumenfunktion; nur bei zwei Patienten mußten wir mangelhafte funktionelle Ergebnisse feststellen. Am Indexfinger ließ sich in fast allen Fällen eine Verringerung der Extensionskraft nachweisen, was aber den Patienten im allgemeinen nicht bewußt war und bei keinem Patienten eine Einschränkung der Gebrauchsfähigkeit seiner Hand nach sich gezogen hatte.

In der technischen Durchführung ist die Indicis-Plastik einfach und als wenig traumatisierender Eingriff auf den radialen Handrücken beschränkt. Die Extensor indicis-Sehne und die Extensor digitorum-Sehne II sind anatomisch-funktionell am besten zum Transfer auf den langen Daumenstrecker geeignet; als nächstgünstige Wahl erscheint die Extensor carpi radialis longus-Sehne. In jedem Fall muß bei Anlegen der Sehnenanastomose, um eine suffiziente Streckfunktion des Daumens zu gewährleisten, besonderes Augenmerk auf ausreichende Spannung der transponierten Sehne gerichtet werden.

Die Interposition eines autologen Sehnentransplantats, beispielsweise der Palmaris longus-Sehne, ist zeitraubender, technisch schwieriger und besonders bei älteren Patienten mit einem höheren Heilungsrisiko behaftet.

Wir halten deshalb den Sehnentransfer im allgemeinen und die Indicis-Plastik im besonderen für die Therapie der Wahl bei allen Läsionen der langen Daumenstrecksehne, die eine direkte Sehnnennaht nicht zulassen; dazu zählen vor allem posttraumatische Spontanrupturen und

subkutane Sehnenabrissse anderer Ätiologie, offene Sehnenverletzungen mit ausgedehntem Sehnendefekt und alle Zustände mit irreversibel retrahiert-degeneriertem Muskelbauch des Extensor pollicis longus.

Lediglich bei Patienten, die auf einen besonders virtuoson Gebrauch ihrer Finger angewiesen sind, beispielsweise Musiker, kommt der unvermeidbaren Schwächung der Zeigefingerextension durch die Indicis-Plastik besonderes Gewicht zu und rechtfertigt eine zurückhaltendere Einschätzung der Indicis-Plastik.

LITERATURVERZEICHNIS

1. Böhler, J. Zur Behandlung des subkutanen Risses
der langen Daumenstrecksehne.
Klin. Med. 9, 524-526 (1954)
2. Bofinger, H. Operative Behandlung der Ruptur der
langen Daumenstrecksehne.
Mschr. Unfallheilk. 62, 458-463 (1959)
3. Boyes, J.H. Bunnell's Surgery of the Hand.
Lippincott, Philadelphia 1972
4. Brockis, J.G. The Blood Supply of the Flexor and
Extensor Tendons of the Fingers in Man.
J. Bone Jt. Surg. 35-B, 131 (1953)
5. Düms, F. Trommlierlähmung.
Dtsch. militärärzt. Zschr. 25, 145 (1896)
6. Duplay, M. Rupture souscutanée du tendon du long
extenseur du pouce de la main droite au
niveau de la tabatière anatomique.
Bulletins Memoires de la Société de
Chirurgie de Paris 2, 788-791 (1876)
7. Freilinger, G.
Zacherl, H. Zur Ruptur der langen Daumenstrecksehne
nach Radiusfraktur.
Handchirurgie 2, 76-79 (1970)
8. Hauck, G. Über die Ruptur der langen Daumenstreck-
sehne nach typischer Radiusfraktur und
ihre operative Behandlung.
Langenbecks Arch. klin. Chir. 124, 81 (1923)
9. Heybroek, G. Restoration of the Extensor Function of
the Thumb by Tendon Transposition.
Arch. chir. neerl. 20, 55-64 (1968)
10. Iselin, M. Chirurgie der Hand.
Atlas der Operationstechnik.
Stuttgart: Thieme 1959
11. Maurath, J.
Franke, D. Posttraumatische Ruptur der Sehne des
Extensor pollicis longus - ihre Pathogenese
und Therapie.
Mschr. Unfallheilk. 63, 417-421 (1960)

12. Mensch, N. Spättraktur der Sehne des Extensor pollicis longus.
München med. Wschr. 72, 836 (1925)
13. Möseneder, H. Der subkutane Riß der langen Daumen-
Fink, D. strecksehne.
Grabherr, H. Arch. orthop. Unfall-Chir. 81, 267-272
(1975)
14. Nigst, H. Zur Frage der Wiederherstellung der
Funktion des M. extensor pollicis longus
nach Spontanrupturen und Verletzungen.
Helv. chir. Acta 22, 504-512 (1955)
15. Nigst, H. Spontaneous Rupture of Extensor
Linder, P. Pollicis Longus.
In: Reconstr. Surg. Traumat. 12,
242-249 (Karger, Basel 1971)
16. Riddell, D.M. Spontaneous Rupture of the Extensor
Pollicis Longus. The Results of Tendon
Transfer.
J. Bone Jt. Surg. 45-B, 506-510 (1963)
17. Seiffert, K.E. Zur Behandlung der Spontanruptur der
langen Daumenstrecksehne.
Bruns' Beitr. klin. Chir. 213, 152-161
(1966)
18. Stöberl, F. Beitrag zur Ruptur der langen Daumen-
strecksehne.
Handchirurgie 6, 191-193 (1974)
19. Stöberl, F. Die subkutane Spontanruptur der langen
Daumenstrecksehne.
Unfallheilkunde 79, 323-325 (1976)
20. Strandell, G. Post-Traumatic Rupture of the Extensor
Pollicis Longus Tendon - Pathogenesis
and Treatment.
Acta chir. scand. 109, 81-96 (1955)
21. Trevor, D. Rupture of the Extensor Pollicis Longus
Tendon after Colles Fracture.
J. Bone Jt. Surg. 32-B, 370 (1950)
22. Weese, K. Zur Behandlung der Spontanruptur der
langen Daumenstrecksehne.
Bruns' Beitr. klin. Chir. 213, 152-161
(1966)

23. Weigeldt, W.

Über die Spontanrupturen der Finger-
sehnen.

Bruns' Beitr. klin. chir. 94, 310-338
(1914)

Ein ausführliches Verzeichnis älterer Publikationen findet sich bei
STRANDELL (20).

Herrn Prof. Dr. G. Heberer danke ich für die Möglichkeit, an seiner Klinik arbeiten zu können, und für seine Bereitschaft, das Coreferat zu übernehmen.

Mein besonderer Dank gebührt Herrn Privatdozent Dr. K. Wilhelm für die Anregung zu dieser Arbeit und für die wiederholten richtungsweisenden Gespräche bei ihrer Durchführung.

Lebenslauf

Personalien	Stephan Habijanec, Dr. rer. nat., geboren am 27. Dezember 1932 in München als Sohn des Schlossers Stephan Habijanec. Verheiratet seit 1957; zwei Kinder.
Schulbildung	1939 - 1943 Besuch der Volksschule an der Rot- pletzstraße, München. 1943 - 1951 Besuch des Alten Realgymnasiums an der Siegfriedstraße, München; mit anschließen- der Reifeprüfung im Juni 1951.
Kaufmännische Berufstätigkeit	1951 - 1953 kaufmännische Berufsausbildung in der Mineralölindustrie durch Esso A.G., Nieder- lassung München. 1953 - 1955 Angestellter der Esso A.G., Nieder- lassung München, als Sachbearbeiter im Tank- stellenwesen.
Physik- studium	1955 - 1960 Studium an der Technischen Hoch- schule München, Fachrichtung Physik B. 1960 - 1963 Promotion bei Professor H. Meinke am Institut für Hochfrequenztechnik der Techni- schen Hochschule München.
Physikalisch- technische Berufstätigkeit	1963 - 1965 DVL - Institut für Steuer- und Regel- technik, Oberpfaffenhofen/Obb. Theoretische und experimentelle Untersuchungen auf dem Gebiet der Laser-Forschung. Im Mai 1965 Emigration nach den USA. 1965 - 1967 Perkin Elmer Corp., Norwalk, Conn. Forschungs- und Entwicklungsarbeit an elektro- optischen Präzisionsgeräten für die Raumforschung unter spezieller Anwendung von Erkenntnissen auf den Gebieten Laser-Forschung, Interferometrie und Holographie. 1967 - 1970 NASA - Electronics Research Center, Cambridge, Mass. Arbeitsgebiet wie vorstehend. Im Herbst 1970 Rückkehr aus den USA nach Deutschland.
Medizin- studium	Im Wintersemester 1970/71 Immatrikulation an der Universität München zum Studium der Human- medizin. Ärztliche Vorprüfung im Herbst 1972. Ärztliche Prüfung am 15. Dezember 1975.

